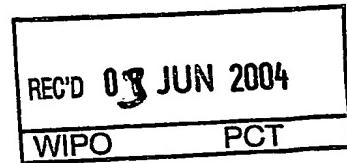


04.05.2004



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 17 195.9  
**Anmeldetag:** 15. April 2003  
**Anmelder/Inhaber:** Karl Brotzmann Consulting GmbH,  
92224 Amberg/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren zur Verbesserung der Energiezufuhr in ein  
Schrotthaufwerk  
**IPC:** C 21 C 5/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 29. April 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident  
Im Auftrag

Aぐurks

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

## Patentanmeldung

### Verfahren zur Verbesserung der Energiezufuhr in ein Schrotthaufwerk

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbesserung der Energiezufuhr beim Aufheizen und Schmelzen eines Schrotthaufwerkes, bei dem durch ein vorgeheiztes oxidierendes Gas unter Zusatz von fossilen Brennstoffen ein Kanal in das Schrotthaufwerk geschmolzen wird und durch diesen Kanal weitere Energiezufuhr erfolgt.

Schrott wird heute üblicherweise im Elektrolichtbogenofen eingeschmolzen, wobei durch Brenner ein möglichst hoher Anteil an fossiler Energie eingebracht wird. Die in dieser Weise zugeführte Energie beträgt jedoch nur maximal 10 % des gesamten Energiebedarfes.

Die Bedeutung des Einschmelzens von Schrott mit fossiler Energie ist in einer zusammenfassenden Veröffentlichung „Stand der Verfahrenstechnik für das Einschmelzen von Schrott mit fossiler Energie“ (Stahl und Eisen 1990, S.109 – 116) beschrieben. Diese Veröffentlichung gibt besonders einen Eindruck, wie intensiv an der Entwicklung von neuen Verfahren zur Verwendung von fossiler Energie zum Einschmelzen von Schrott gearbeitet wird. Großtechnisch wird heute das auf S. 113 beschriebene Zwei-Konverter-Verfahren von Nippon Steel in einem Stahlwerk betrieben. Es ist jedoch offensichtlich nur unter den besonderen Bedingungen des dortigen Werkes wirtschaftlich zu betreiben. Auch das EOF-Verfahren, wie auf S. 114 beschrieben, hat wegen der komplexen Anlagen, hauptsächlich bei der Vorwärmung des Schrottes in einem Schacht, nur begrenzte Anwendung gefunden.

In der deutschen Patentschrift DE 195 215 18 C1 wird ein Verfahren zur Verbesserung der Energiezufuhr in ein Schrotthaufwerk beschrieben, bei dem durch heiße, sauerstoffhaltige Gasstrahlen, denen Erdgas oder Kohle zugesetzt wird, Kanäle in das Schrotthaufwerk geschmolzen werden, durch die dann eine weitere Energiezufuhr erfolgt. In der Beschreibung zu diesem Patent ist ausgeführt, dass das erfindungsgemäße Verfahren sich nicht nur eignet, um einen Elektrolichtbogenofen zusätzlich Energie zuzuführen, es kann vielmehr auch dazu benutzt werden, ein Schrotthaufwerk in einem Herdgefäß nur mit fossiler Energie ohne elektrische Energie vollständig aufzuschmelzen. In das Schrotthaufwerk müssen dafür in

geeigneter Form fossile Energieträger eingebracht werden. Beispielsweise werden mit dem Schrott ca. 100 kg Kohle/to Schrott chargiert. Ein Teil der Kohle kann auch über Düsen eingeblasen werden, sobald ein flüssiger Sumpf vorhanden ist. Nach dem Aufschmelzen wirkt der Aufblasstrahl dann in bekannter Weise als Nachverbrennungsstrahl zur weiteren Zufuhr von Energie, um das Bad auf die nötige Abstichtemperatur zu erhitzen.

In der Patentschrift sind Anwendungen beschrieben, bei denen die Heißluftdüsen in der Ofenwand so angeordnet werden, dass sie gleichmäßig über den Umfang verteilt unter einem Winkel von 10° auf das Bad blasen. Damit soll das Schrotthaufwerk gleichmäßig aufgeschmolzen werden, es soll aber auch verhindert werden, dass die Heißluftstrahlen nach Durchbrennen der Schrottsäule auf feuerfestes Material treffen.

Die praktische Anwendung dieser Erfindung hat zu einigen Problemen geführt. Es hat sich gezeigt, dass die Gasströme im Zentrum des Ofens zu einer Aufwärtsströmung führen, mit dem Ergebnis, dass damit ein Kamin in das Schrotthaufwerk geschmolzen wird, durch den die Abgase heiß die Schrottschüttung verlassen und damit kaum noch Energie an den Schrott abgeben. Dadurch bildet sich ein äußerer Ring von ungeschmolzenem Schrott. Dieser Effekt wird offensichtlich noch dadurch unterstützt, dass, wie in der Patentschrift ausgeführt, sich direkt vor der Heißlufeinblasdüse eine kalte Zone ausbildet, in der der Schrott so niedrig in der Temperatur bleibt, dass er nicht oxidiert.

Dieses Problem hat sich bereits in einem 10 to Pilotofen gezeigt. Es war zu vermuten, dass bei einem Ofen in Produktionsmaßstab dieses Problem sich noch verstärkt. Ein weiteres Problem bestand darin, dass nach dem Aufschmelzen des Schrottes die in der Seitenwand angebrachten Öffnungen durch Heißluft frei gehalten werden müssen, was dazu führt, dass der flach auftretende Heißluftstrahl flüssige Schlacke auf die gegenüberliegende Wand bläst. Auch die Übertragung der Energie aus der Nachverbrennung der Reaktionsgase durch den Heißwindstrahl an das Eisenbad wird bei einer flüssigen Schlackenschicht, auf die der Heißluftstrahl flach aufbläst, beeinträchtigt.

Die vorliegende Erfindung vermeidet die beschriebenen Nachteile der Lehren der Patentschrift DE 195 215 18 C1 beim Schmelzen von Schrott mit fossiler Energie.

Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass die beschriebenen Nachteile des Verfahrens entsprechend der Patentschrift DE 195 21518 beseitigt werden, wenn die Heißluft unter Zusatz von fossiler Energie von oben auf das Schrotthaufwerk aufgeblasen wird. Besonders vorteilhaft ist dabei der erfindungsgemäße Effekt, wenn die Heißluft zentral von

oben auf das Schrotthaufwerk geblasen wird. Die gemäß der Erfindung von oben aufgeblasene Heißluft führt überraschenderweise zu einer Strömung im Schrotthaufwerk, die die Energie der Gase besonders gut ausnutzt und auch die Außenbereiche schnell und effektiv aufschmilzt. Vermutlich laufen im Schrotthaufwerk folgende Vorgänge ab. Der in das Schrotthaufwerk eindringende Heißluftstrahl heizt den umgebenden Schrott durch Strömungen innerhalb des Schrotthaufwerkes effektiv auf. Die Reaktionsgase aus dieser Schrottschicht werden jedoch wieder von der Strömung des Aufblasstrahles angesaugt. Die heißen Reaktionsgase verlassen deshalb das Schrotthaufwerk durch einen äußeren ringförmigen Raum. Das führt dazu, dass in diesem Raum eine intensive Energiezufuhr erfolgt und damit auch der Schrott in der äußeren Zone von unten aufgeheizt wird, was das Aufschmelzen dieses Bereiches begünstigt.

Die Heißluft kann durch einen oder mehrere Strahlen von oben aufgeblasen werden. Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, die Heißluft aufzuteilen in einen zentralen Strahl mit 35 bis 65 % der Heißluftmenge und mit drei bis sechs äußeren Strahlen, in denen die restliche Heißluft zugeführt wird. Z.B. hat sich eine Aufteilung mit 50 % der Heißwindmenge auf eine zentrale Düse und vier gleichmäßig um sie angeordnete Düsen für die anderen 50 % als besonders wirksam erwiesen. Bei dieser Ausführungsform erfolgt ein besonders schnelles Schmelzen eines Kanals im Schrotthaufwerk durch den zentralen Strahl.

Die äußeren Strahlen sollen dabei so angeordnet werden, dass sie gegenüber dem zentralen Strahl einen Winkel von 10 – 20° bilden. Es hat sich gezeigt, dass sich bei einem kleineren Winkel die Strahlen gegenseitig beeinflussen und in Richtung einer geraden Strömung abgelenkt, d.h. zusammengezogen werden. Es liegt auch im Sinne der vorliegenden Erfindung, die Strahlrichtung der Düsen nicht nur nach außen zu stellen, sondern gleichzeitig auch peripher so zu neigen, dass sie schräg auf das Bad blasen, wobei dann im Bad eine gewisse Rotationsströmung erfolgt.

Die Heißluftzufuhr soll erfindungsgemäß so erfolgen, dass die Düsenöffnungen in ihrem Abstand zur Oberfläche des Schrottes bzw. der Schmelze verändert werden können. Das kann beispielsweise durch eine von oben einfahrbare Lanze für die Heißluftzufuhr erfolgen.

Die in der Höhe einstellbare Anordnung der Düse oder Düsen für die Heißwindzufuhr innerhalb der Deckelöffnung hat gegenüber dem bekannten Stand der Technik, bei dem die Düsen innerhalb der feuerfesten Zustellung der Seitenwand angeordnet sind, den wesentlichen Vorteil, dass die Düsenposition sowohl für das Vorheizen des Schrottes, als auch für die Nachverbrennung der Reaktionsgase während der Einschmelzphase optimal eingestellt

werden kann. Außerdem kann die Düse aus der Deckelöffnung entfernt werden, wenn am Ende des Prozesses das Aufblasen von Heißwind nachteilig ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Einschmelzen von Schrott wird in einer ersten Phase - im weiteren Phase 1 genannt - das Schrotthaufwerk über einen Heißwindstrahl unter Zusatz eines Brennstoffes vorgeheizt und zu einem großen Teil geschmolzen und in einer zweiten Phase - im weiteren Phase 2 genannt - dem flüssigen Bad über eine Nachverbrennung der Reaktionsgase durch den gleichen Heißluftstrahl Energie zum Schmelzen des restlichen Schrottes und zur Erhöhung der Temperatur des Eisenbades auf Abstichtemperatur zugeführt

Die Unterscheidung zwischen einer Phase 1 und Phase 2 kann natürlich nicht streng gesetzen werden. Die Phase 1 geht vielmehr über einen Zeitraum von mehreren Minuten in die Phase 2 über. Bei einer Gesamtschmelzzeit von 30 Minuten beträgt die Phase 1 ca. 15 min, die Übergangszeit ca. 5 min. und die Phase 2 dann 10 min.

In der ersten Phase wird dem Heißluftstrahl fossile Energie, z.B. Erdgas zugegeben. Überraschenderweise genügt es, das Erdgas durch getrennte Zuführungen in die Nähe des Heißluftstrahles zu blasen. Die Düsenöffnungen der Heißwindlanze müssen also nicht als Brenner ausgebildet werden. Offensichtlich reicht die starke Ansaugwirkung des Heißluftstrahles aus, um das Erdgas mit der Heißluft ausreichend zu vermischen.

Das Ausbilden einer kalten Schrottschicht direkt vor der Heißwinddüse, wie oben beschrieben, kann bei der erfindungsgemäßen Ausführung dadurch vermieden werden, dass zwischen der Heißwinddüse und der Schrottoberfläche ein Abstand von 0,2 bis 0,5 m gehalten wird. Der Abstand kann auch noch etwas größer gewählt werden, wenn die Abgase aus dem Schrott weitgehend nachverbrannt werden sollen, bevor sie den Ofen verlassen. Damit können Probleme mit den Abgasen, die beim Vorheizen von Schrott auftreten, erheblich vermindert werden.

Damit ist jedoch der Nachteil verbunden, dass die Flammentemperatur herabgesetzt wird. Eine hohe Flammentemperatur ist für das schnelle Aufschmelzen eines Kanals und des Schrottes sowie zur Verringerung der Oxidation des Schrottes wichtig. Es kann deshalb vorteilhafter sein, für das Aufschmelzen des Schrottes nur einen kurzen Abstand zur Schrottoberfläche von ca. 30 cm zu verwenden und die Abgase durch kleine Heißwindbrenner, die im Deckel des Ofens gleichmäßig verteilt sind, zu verbrennen.

Es ist für das erfindungsgemäße Verfahren wichtig, im zentralen Bodenbereich möglichst schnell Energie zuzuführen, damit der durch den Heißgasstrahl aufgeschmolzene Schrott dort nicht wieder erstarrt. Hierzu helfen mehrere Maßnahmen. Der Kanal im Schrotthaufwerk, durch den weitere Energie auch in den unteren Bereich der Schrottsäule zugeführt wird, muß so schnell wie möglich geschmolzen werden. Hierzu helfen neben einer möglichst hohen Heißwindtemperatur eine hohe Sauerstoffanreicherung und ein möglichst hohe Geschwindigkeit der Heißwindstrahlen. Außerdem ist es vorteilhaft, dass ein hoher Anteil des Heißwindes, z.B. 50 % über den Zentralstrahl eingebracht wird. Mit der Sauerstoffanreicherung auf 40 % kann beispielsweise mit einem Gasstrahl von 20.000 Nm<sup>3</sup>/h und entsprechendem Zusatz von Erdgas innerhalb von zwei bis drei Minuten ein Kanal in die Schrottsäule geschmolzen werden, der bis auf den Boden reicht.

Es hat sich gezeigt, dass das Einbrennen des Kanals in das Schrotthaufwerk schneller erfolgt, wenn noch freier Sauerstoff in der Heißluftflamme vorhanden ist. Optimale Werte werden erzielt, wenn über die Vollverbrennung der Energieträger hinaus noch ein freier Sauerstoffgehalt von 3 - 10 % vorhanden ist.

Es ist außerdem vorteilhaft, den Koks bei der Beschickung möglichst auf den zentralen Bodenbereich zu konzentrieren. Besonders wichtig ist es, eine Restschmelze von ca. 20 % im Ofen zu lassen. Wenn der Ofen kalt ohne eine Restschmelze gestartet wird, sollte der Koks vorgewärmt sein, damit er möglichst schnell mit dem Aufblasstrahl reagieren kann. Es kann für die erste Schmelze in einem kalten Ofen ohne Restschmelze auch hilfreich sein, Aluminium oder Silizium in einer Menge von 100 bis 200 kg bei einer 100 to Schmelze auf den Boden an der Auftreffstelle des Zentralstrahles zu chargieren.

Es ist außerdem vorteilhaft, die Erdgasmenge, die den Heißwindstrahlen zugesetzt wird, so zu regeln, dass die Zusammensetzung des Abgases leicht reduzierend ist. Es soll dabei ein CO- bzw. H<sub>2</sub>-Gehalt des Abgases von 1 bis 2 % angestrebt werden. Diese Maßnahme wirkt sich günstig auf die Reduzierung des Dioxingehaltes der Abgase aus. Diese Maßnahme steht nicht im Widerspruch zu dem gewünschten freien Sauerstoffanteil im Heißluftstrahl, da ein Teil des Sauerstoffes durch die Oxidation des Eisens verbraucht wird.

Auch in der zweiten Phase ist es wichtig, dass die durch den Heißwindstrahl zugeführte Sauerstoffmenge höher ist, als für das Nachverbrennen der Reaktionsgase benötigt. Zur Erreichung eines maximalen Nachverbrennungsgrades der Reaktionsgase ist es erforderlich, durch den Heißluftstrahl mehr Sauerstoff, als theoretisch für den Nachverbrennungsgrad erforderlich, zuzuführen und das Sauerstoffangebot durch die Bodendüsen entspre-

chend niedriger zu halten. So soll z.B. bei einer Sauerstoffbodenblasrate von 3.000 Nm<sup>3</sup>/h eine Heißwindmenge von 20.000 Nm<sup>3</sup>/h ohne Sauerstoffanreicherung aufgeblasen werden.

Es hat sich für die Optimierung des Verfahrens auch als wichtig herausgestellt, während der beiden Blasphasen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten des Heißluftstrahles und mit unterschiedlicher Lanzenhöhe zu arbeiten. So ist es zweckmäßig, während der Schrottaufschmelzphase mit möglichst hoher Geschwindigkeit nahe der Schallgeschwindigkeit zu fahren (bei 1.200° C ca. 750 m /sec), während in der zweiten Phase, bei der weitgehend mit einem flüssigen Bad gearbeitet wird, die Heißluftgeschwindigkeit nur zu etwa 40 - 60 % der Schallgeschwindigkeit (bei 1.200° C also ca. 400 m/sec) gewählt wird. Außerdem ist es zweckmäßig, während dieser Phase eine höhere Lanzenposition einzustellen.

Das Einfahren der Lanze in den Ofenraum führt außerdem dazu, dass der starke Lärm, der durch einen Heißluftstrahl verursacht wird, weitgehend abgeschirmt wird. Es hat sich dabei als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn die Heißluftdüse möglichst mehr als 50 cm in den Ofenraum eintaucht. Die Abgase können, wie auch heute beim Elektrolichtbogenofen üblich, durch einen getrennten Stutzen im Ofendeckel abgeführt werden

Eine vorteilhafte Ausführungsform für das Bewegen der Lanze besteht darin, dass eine gleiche Vorrichtung, wie für das Einfahren der Elektroden bei einem Elektrolichtbogenofen verwendet wird. Die erfindungsgemäße Zuführung hat wesentliche Vorteile für die Verbindung mit der Heißluftzufuhr und die Flexibilität in der Prozessführung, auch im Entfernen der Lanze gegen Ende des Frischprozesses.

Das Herdgefäß wird erfindungsgemäß mit Bodendüsen für das Einblasen von Sauerstoff und evtl. auch für Kohle und Kalk ausgerüstet. Hier werden die vom bodenblasenden Konverter her bekannten Ausführungs- und Einsatzformen angewendet. Während jedoch beim Konverterverfahren möglichst wenig Düsen mit einem lichten Durchmesser von 24 bis 28 mm verwendet werden, ist es für den Einsatz in einem Herdofen, in dem eine Restschmelze belassen wird, zweckmäßig, Düsen mit kleineren Durchmessern zu verwenden, auch wenn dadurch eine größere Zahl von Düsen eingesetzt werden muß. Der lichte Düsendurchmesser sollte auf maximal 15 mm begrenzt werden. Damit wird das Durchblasen der nach dem Abstich verbleibenden restlichen Stahl- und Schlackenmengen verhindert. Außerdem bieten Düsen mit kleineren Durchmessern einen besseren Schutz gegen den Durchbruch von flüssigem Stahl im Falle eines Versagens der Düsenkühlung.

Es liegt auch im Sinne der vorliegenden Erfindung, die Düsen in einer Vertiefung des Bodens anzubringen, um damit eine höhere Bedeckung nach dem Abstich zu erreichen. Diese Anordnung hat besonders den Vorteil, dass die Düsen immer mit flüssigem Stahl bedeckt bleiben und nicht mit der Schlacke in Kontakt kommen. Wenn Bodendüsen innerhalb der Schlacke blasen, können sich leicht Ansätze bilden, die die Funktion der Düsen beeinträchtigen.

Für das Einblasen von Sauerstoff müssen nicht unbedingt im Boden angebrachte Düsen verwendet werden. Der Sauerstoff kann auch über sogenannte „coherent jets“ eingeblasen werden, die in der üblichen Weise in der Seitenwand des Ofens angeordnet sind.

Falls extrem niedrige Stickstoffgehalte im Stahl gefordert sind, ist es zweckmäßig, bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens die Zufuhr von Heißluft vor dem Ende des Schmelzprozesses zu beenden. Vorteilhafterweise geschieht das bei einem Kohlenstoffgehalt im Bad von etwa 0,5 %. Zu diesem Zeitpunkt wird die Lanze aus der Deckelöffnung herausgezogen und die Schmelze mit reinem Sauerstoff zu Ende gefrischt.

Beim Einschmelzen des Schrottes, dass erfindungsgemäß durch einen Heißluftstrom mit Sauerstoffüberschuß erfolgt, wird ein Teil des Eisens verschlackt. Das trägt zum schnellen Einschmelzen des Schrottes bei. Ein Teil des gebildeten FeO verbleibt in der Schlacke, der größere Teil muß jedoch wieder reduziert werden. Hierfür muss dem Prozess Kohlenstoff zugesetzt werden. Dies kann über Einblasen von Kohle durch Bodendüsen oder in der sonst beim Lichtbogenofen angewandten Praxis durch seitlich angebrachte Düsen erfolgen. Für das erfindungsgemäße Verfahren sind zwei Zugabearten besonders vorteilhaft. Ein wesentlicher Teil wird in Form von Koks, vorteilhafterweise kleinstückig, mit dem Schrott chargiert. Die mitchargierte Menge beträgt etwa 20 – 30 kg/to Stahl. Die andere vorteilhafte Weise besteht darin, die Kohle in Verbindung mit dem Heißwindstrahl einzublasen. Damit hier die Kohle nicht weitgehend verbrennt, soll gröbere Kohle, vorteilhafterweise mit einer Körnung von mindestens einigen mm, verwendet werden.

Wie schon erwähnt, ist es vorteilhaft, wenn die Heißwindlanze während des Aufschmelzens des Schrottes so nachgefahren wird, dass der Abstand der Lanze zur Schrottoberfläche ungefähr gleich bleibt, d.h. dass während des Einschmelzens des Schrottes die Lanze entsprechend abgesenkt wird. Das Einschmelzen des Schrottes wird außerdem begünstigt, wenn die Lanze langsam um so viel gedreht wird, wie der Abstand von zwei Heißwindöffnungen beträgt, bei vier Düsen also um etwa 90°. Verbunden mit einer langsamen Ab-

wärtsbewegung der Lanze, brennt sich so der Heißluftschmelzstrahl ringförmig in das Schrotthaufwerk hinein.

An zwei Beispielen soll das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert werden. Im ersten Beispiel werden in einen 100 to Herdofen ca. 110 to Schrott chargiert. Über eine Heißluftlanze, die mit einer Vorrichtung zum Auf- und Abbewegen eingeführt wird, erfolgt die Zufuhr von 40.000 Nm<sup>3</sup>/h Heißluft von 1.200°C und 0,9 bar mit einer Sauerstoffanreicherung auf 40 %. Der Düsenkopf besteht aus fünf Öffnungen, einer zentralen Düse und vier mit einem Neigungswinkel von 15° gegen die vertikale Strahlrichtung angeordnete äußere Düsen. Der Düsendurchmesser beträgt 20 cm für die Zentraldüse und jeweils 10 cm für die äußeren Düsen. An jeder Düsenöffnung sind Rohre zum Einleiten von Erdgas angebracht. Die Erdgaseinblasrate beträgt insgesamt 5.000 Nm<sup>3</sup>/h. Gleichzeitig werden durch sechs Bodendüsen mit einem Durchmesser von 12 mm zusammen 2.000 Nm<sup>3</sup>/h Sauerstoff eingeblasen.

Im zweiten Beispiel werden keine Bodendüsen verwendet. Die Sauerstoffzufuhr erfolgt über in der Seitenwand angebrachte feststehende Lanzens, durch die der Sauerstoff über sogenannte „coherent jets“ eingeblasen wird. Im vorliegenden Beispiel sind vier Einblaseeinheiten vorgesehen, die gleichmäßig über den Umfang verteilt sind. Außer Sauerstoff kann bei diesen Einblaseeinheiten, wie sie heute gebräuchlich sind, gleichzeitig auch Kohle oder Erdgas eingeblasen werden. In diesem Beispiel werden pro Düse 1.000 Nm<sup>3</sup>/h Sauerstoff eingeblasen, in den ersten 10 min. gleichzeitig 500 Nm<sup>3</sup>/h Erdgas. Nach 10 min. wird das Einblasen von Erdgas beendet und mit der Sauerstoffrate von 1.000 Nm<sup>3</sup>/h pro Düse weiter gearbeitet. Heißwind wird mit einer Gesamtblasrate von 40.000 Nm<sup>3</sup>/h mit einer Sauerstoffanreicherung auf 40 % eingeblasen. Die Heißwindzufuhr erfolgt durch vier Düsen mit jeweils 140 mm Durchmesser. Die Ausrichtung der Düsen, in diesem Falle ca. 15° gegen die Senkrechte, erfolgt so, dass die Strahlen ungefähr dort auf das Bad blasen, an der die kohärenten Sauerstoffstrahlen auf das Bad treffen. Vorteilhafterweise wird dieser Auftreffpunkt etwas nach innen verlegt, um das in der Nähe liegende feuerfeste Material zu schonen. Nach 20 min. wird die Blasleistung des Heißwindes auf 20.000 Nm<sup>3</sup>/h reduziert, wobei wie beim ersten Beispiel in dieser Phase auf Sauerstoffanreicherung verzichtet wird. Nach 30 min. wird die Heißluftlanze herausgefahren und die Charge mit den Seitendüsen innerhalb von 3 min. zu Ende gefrischt.

Das Verfahren wurde in der vorliegenden Patentanmeldung beschrieben, wie es vorteilhafterweise in einem Herdofen angewendet wird. Es kann jedoch auch sinngemäß auf einen Konverter übertragen werden.

Abb. 1 zeigt schematisch einen Herdofen (1) mit einer Heißwindlanze (2), die erfindungsgemäß innerhalb der Deckelöffnung angeordnet ist. Die Heißwinddüse wird mit einer Vorrichtung (3) bewegt, die der Elektrodenhalterung eines Elektrolichtbogenofens ähnlich ist. Die Heißwinddüse wird senkrecht soweit eingefahren, dass sie sich ungefähr 30 cm oberhalb des Schrotthaufwerkes befindet. Hier besteht die Düse für den Heißluftstrahl aus einer Zentraldüse und vier Einzeldüsen mit einer Neigung von 15°. Erdgas wird durch getrennte Leitungen (4) in den Heißwindstrahl eingeblasen. Im Boden sind sechs Sauerstoffeinleitungsdüsen (5) eingebaut. Die Düsen werden vorteilhafterweise so angeordnet, dass sie unterhalb der Auftreffstelle des zentralen Heißwindstrahles liegen. Die Abgase verlassen den Ofen über einen Stutzen (6). Als Alternative sind in Abb. 1 auch Düsen für die Sauerstoffzufuhr durch „coherent jets“ in der Seitenwand angebracht (7). Hier sind vier Einleitungsstellen vorhanden, durch die gleichzeitig mit dem Sauerstoff auch Erdgas oder Kohle eingeblasen werden kann. Das seitliche Düsensystem wird hier während der ersten Phase als Brenner zum Vorheizen des Schrottes betrieben.

Abb. 2 zeigt beispielhaft eine vorteilhafte Ausführung der Heißwindlanze. Es handelt sich hier um eine Lanze zum Einschmelzen von 110 t Schrott in einem 100 t-Herdofen. Durch eine wassergekühlte Heißwindlanze (8) mit einem lichten Durchmesser von 90 cm werden dem Prozess in Phase 1 40.000 Nm<sup>3</sup>/h Heißluft von 1.200°C mit einem Druck von 0,95 bar zugeführt. Die Heißluft wird aufgeteilt auf eine Zentraldüse (9) von 20 cm Durchmesser und auf vier seitlich angeordnete Düsen (10), die gegenüber der Senkrechten eine Neigung von 15° aufweisen. Erdgas wird durch getrennte Leitungen (11) an den Düsen eingeblasen. Da die Vorrichtung mit einer unterkritischen Strömungsgeschwindigkeit betrieben wird, sind keine besonderen Ausbildungen der Düsen erforderlich. Sie bestehen aus einfachen kreisförmigen Öffnungen. Bei einem Betrieb nahe der Schallgeschwindigkeit teilt sich die Heißluft entsprechend dem Querschnitt auf die einzelnen Düsen auf. Wenn in Phase 2 der Druck auf ca. 0,4 bar reduziert wird, strömt anteilig mehr Heißluft durch die Zentraldüse (9). Das ist jedoch auch erwünscht, weil dadurch die Nachverbrennung der Reaktionsgase in dieser Phase begünstigt wird.

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Verbesserung der Energiezufuhr beim Aufheizen und Schmelzen eines Schrotthaufwerkes, bei dem durch ein vorgeheiztes oxidierendes Gas unter Zusatz von fossilen Brennstoffen ein Kanal in ein Schrotthaufwerk geschmolzen wird und durch diesen Kanal weitere Energiezufuhr erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass die Heißluft von oben auf das Schrotthaufwerk geblasen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Heißluftzufuhr von oben zentral erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Heißluft auf mehrere getrennte Strahlen aufgeteilt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Heißluft aufgeteilt wird auf einen Zentralstrahl mit 35 bis 65 % der Gesamtmenge und mehrere Strahlen außerhalb des Zentralstrahles für die restliche Heißluftmenge.
5. Verfahren nach Anspruch 1 – 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Heißluftzufuhr über eine senkrecht verfahrbare Lanze erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufblaslanze sich um die senkrechte Achse bewegt.
7. Verfahren nach Anspruch 1 – 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Ofen eine flüssige Restmenge von Stahl verbleibt.
8. Verfahren nach Anspruch 1 – 7, dadurch gekennzeichnet, dass die im Ofen verbleibende flüssige Restmenge 10 bis 30 % der Schmelze beträgt.
9. Verfahren nach Anspruch 1 – 8, dadurch gekennzeichnet, dass Sauerstoff durch Bodendüsen eingeblasen wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1 – 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Bodendüsen in einer Vertiefung des Herdes angebracht sind.

11. Verfahren nach Anspruch 1 - 10, dadurch gekennzeichnet, dass in einer ersten Phase eine hohe Heißluftgeschwindigkeit (500 bis 900 m/sec) und während einer zweiten Phase eine reduzierte Heißluftgeschwindigkeit (ca. 300 bis 500 m/sec) angewendet wird.
12. Verfahren nach Anspruch 1 - 11, dadurch gekennzeichnet, dass in Phase 1 mit einer Sauerstoffanreicherung des Heißwindstrahles auf 30 bis 50 % gearbeitet wird, während in Phase 2 keine oder nur eine geringe Sauerstoffanreicherung erfolgt.
13. Verfahren nach Anspruch 1 - 12, dadurch gekennzeichnet, dass während der Phase 1 der Abstand der Heißluftdüse auf einen Abstand von 0,2 bis 0,5 m zur Schrottoberfläche und während der Phase 2 auf mindestens 3 m zum Eisenbad eingestellt wird.

## **Zusammenfassung**

### **Verfahren zur Verbesserung der Energiezufuhr in ein Schrotthaufwerk**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbesserung der Energiezufuhr beim Aufheizen und Schmelzen eines Schrotthaufwerkes, bei dem durch ein vorgeheiztes oxidierendes Gas unter Zusatz von fossilen Brennstoffen ein Kanal in das Schrotthaufwerk geschmolzen und durch diesen Kanal weitere Energie zugeführt wird. Eine wesentliche Verbesserung dieses Verfahrens wird erreicht, indem die Heißluft zentral von oben auf das Schrotthaufwerk geblasen wird.

Abb. 1

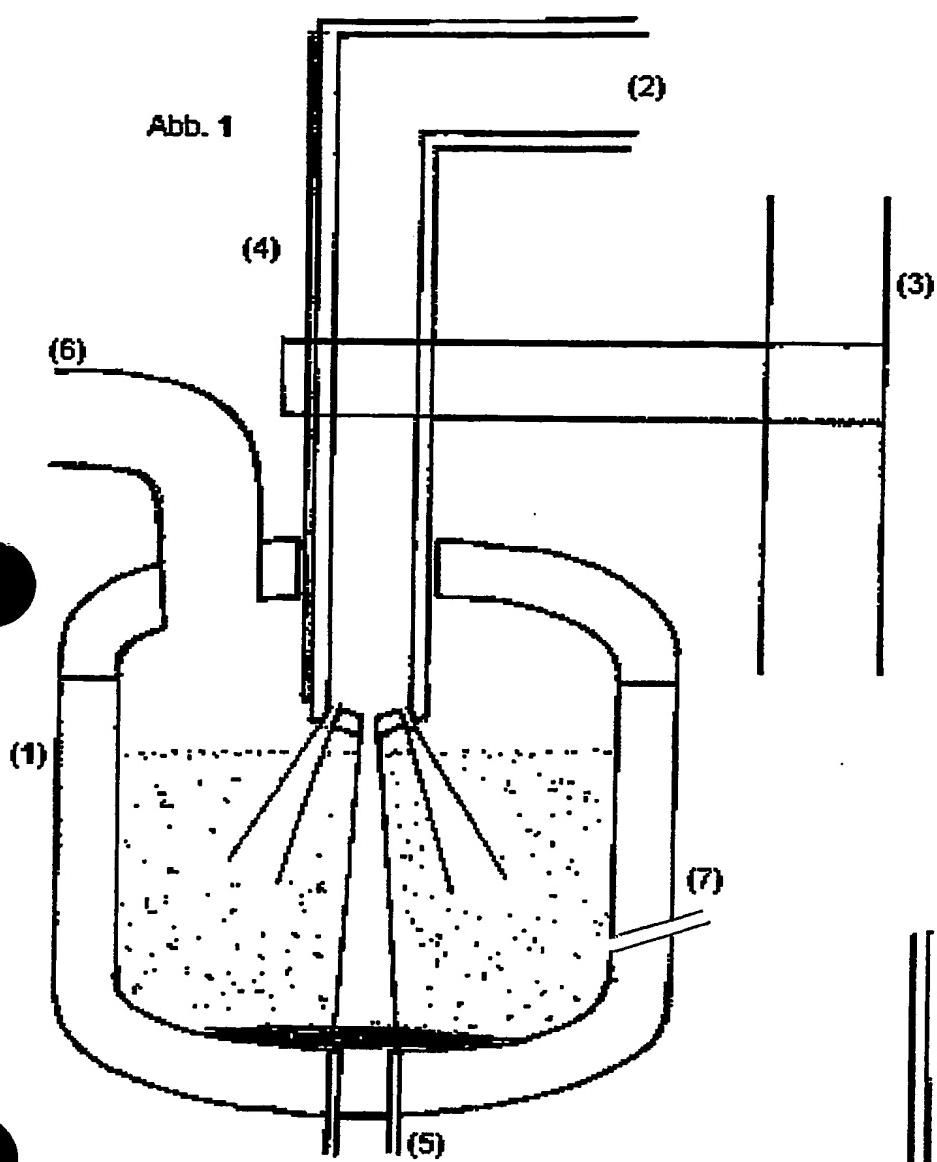


Abb. 2

